

**DE19904702**

**Patent number:** DE19904702  
**Publication date:** 2000-08-10  
**Inventor:** LUNZ ERICH (DE)  
**Applicant:** SCHAEFFLER WÄELZLAGER OHG (DE)  
**Classification:**  
 - international: **B23Q1/54; B25J17/02; B23Q1/25; B25J17/02; (IPC1-7): B23Q37/00; B23Q1/44**  
 - european: **B23Q1/54B3; B25J17/02F2**  
**Application number:** DE19991004702 19990205  
**Priority number(s):** DE19991004702 19990205

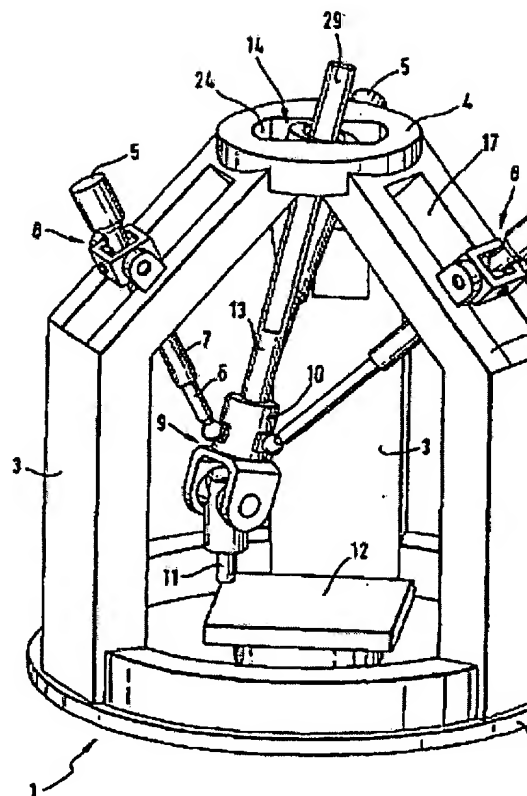
Also published as:

 WO004599

Report a data error

**Abstract of DE19904702**

The invention relates to a parallel kinematics machine (1, 30), comprising a base plate (2) and several support arms (3) connected thereto. At least the upper parts of said support arms are inclined inwards to an imaginary mid-perpendicular. The support arms are interconnected at their top ends by a connecting piece (4) so that a support structure made up of the support arms (3) and the connecting part (4) is formed. The top ends of telescopic struts (5) are accommodated in said support structure by means of first joints (8), the bottom ends of the struts being connected to a tool-holding fixture (10) by second joints (9). The inventive machine (1, 30) is characterised in that the first joints (8) are arranged on the support arms (3) in such a way that they can slide in the direction of the base plate (2) and/or in the direction of the connecting part (4) independently of each other. This provides a particularly stable configuration of the triangular construction so that a high degree of positioning accuracy can be obtained despite the different working directions of the tool.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑳ Aktenzeichen: 199 04 702.2  
㉔ Anmeldetag: 5. 2. 1999  
㉓ Offenlegungstag: 10. 8. 2000

㉑ Anmelder:  
INA Wälzlager Schaeffler oHG, 91074  
Herzogenaurach, DE

㉒ Erfinder:  
Lunz, Erich, 91475 Lonnerstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 50 360 A1  
DE 196 21 464 A1  
DE 196 14 641 A1  
US 57 15 729 A

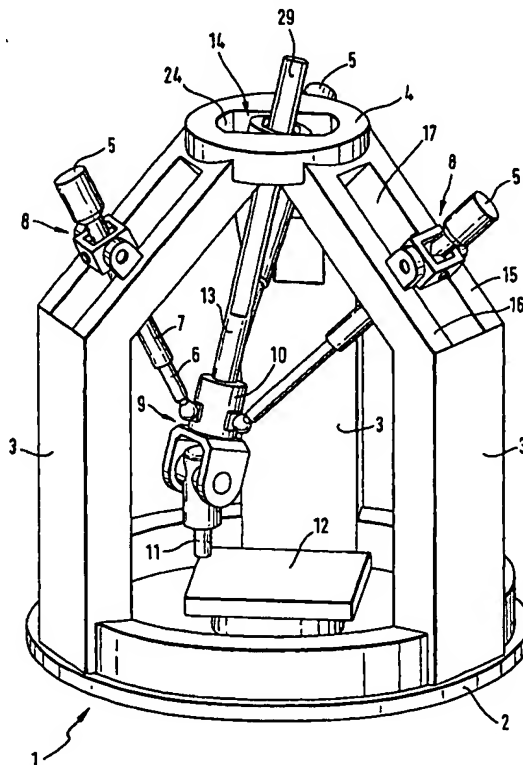
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 **Parallel-Kinetmatik-Maschine**

㉗ Die Erfindung betrifft eine Parallel-Kinetmatik-Maschine (1, 30) mit einer Grundplatte (2) und mehreren mit dieser verbundenen Tragarmen (3), die wenigstens in ihrem oberen Teil zu einer gedachten Mittelsenkrechten nach innen geneigt angeordnet sind und die an ihren oberen Enden durch ein Verbindungsteil (4) miteinander verbunden sind, so daß eine aus Tragarmen (3) und Verbindungsteil (4) zusammengesetzte Tragekonstruktion gebildet ist, in der über erste Gelenke (8) obere Enden von Teleskopstreben (5) aufgenommen sind, deren untere Enden über zweite Gelenke (9) mit einer Werkzeugaufnahme (10) verbunden sind.

Diese Maschine (1, 30) zeichnet sich dadurch aus, daß die ersten Gelenke (8) an den Tragarmen (3) in Richtung der Grundplatte (2) und/oder in Richtung des Verbindungsteils (4) unabhängig voneinander verschiebbar angeordnet sind.

Durch diese Maßnahme wird eine besonders stabile Ausgestaltung dieser Dreieckskonstruktion realisiert, so daß trotz verschiedener Bearbeitungsrichtungen des Werkzeuges eine hohe Positioniergenauigkeit erreicht werden kann.



## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Parallel-Kinematik-Maschine mit einer Grundplatte und mehreren mit dieser verbundenen Tragarmen, die wenigstens in ihrem oberen Teil zu einer gedachten Mittelsenkrechten nach innen geneigt angeordnet sind und die an ihren oberen Enden durch ein Verbindungsteil miteinander verbunden sind, so daß eine aus Tragarmen und Verbindungsteil zusammengesetzte Tragekonstruktion gebildet ist, in der über erste Gelenke obere Enden von Teleskopstreben aufgenommen sind, deren untere Enden über zweite Gelenke mit einer Werkzeugaufnahme miteinander verbunden sind.

## Hintergrund der Erfindung

Derartige Maschinen gehören zu einer neuen Generation von Werkzeugmaschinen mit mehreren je aus ineinander angeordneten Rohren gebildeten Teleskopstreben, die einerseits an einer Tragekonstruktion und andererseits an einer Werkzeugaufnahme gelenkig befestigt sind. Eine solche gattungsgemäße Parallel-Kinematik-Maschine der Siemens AG ist im Internet unter <http://www.ad.siemens.de/sinumerik/html/00/parakine/parakons.htm> abrufbar. Sie besteht aus einer Grundplatte und drei mit dieser verbundenen Tragarmen, die in Umfangsrichtung gleichmäßig voneinander beabstandet sind und unter einem spitzen Winkel geneigt nach innen verlaufen. An ihrem oberen Ende sind die Tragarme durch ein waagerecht verlaufendes Verbindungsteil miteinander verbunden, so daß eine aus Tragarmen und Verbindungsteil zusammengesetzte Tragekonstruktion gebildet ist. Im Verbindungsteil sind über raumfest angeordnete Gelenke Teleskopstreben an ihren oberen Enden gehalten, deren untere Enden ebenfalls über Gelenke mit einer Werkzeugaufnahme verbunden sind. Die Teleskopstreben sind dabei an ihren oberen und an ihren unteren Enden über Gelenke so miteinander verbunden, daß sie einem auf den Kopf gestellten Kamerastativ ähneln. Auf diese Weise ist aufgrund der Dreieckskonstruktion (Triangular-Konzept) ein sehr biege-steifer Aufbau realisiert, der sich durch eine gute Stabilität und eine hohe Genauigkeit in der Positionierung des Werkzeuges auszeichnet. Die höchste Stabilität einer solchen Parallel-Kinematik-Maschine und damit die höchste Genauigkeit in der Position des Werkzeuges wird immer dann vorliegen, wenn die Teleskopstreben so ausgerichtet sind, daß sie gemeinsam der Bearbeitungskraft optimal entgegenwirken. Eine solche optimale Ausrichtung der Teleskopstreben ist beispielsweise dann gegeben, wenn die Streben relativ steil gestellt sind, so daß eine gute Steifigkeit in senkrechter Richtung zu erwarten ist. Wird aber in diesem Fall das Werkzeug in waagerechter Richtung geführt, so ist die Steifigkeit der Konstruktion eingeschränkt.

## Zusammenfassung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine gattungsgemäße Parallel-Kinematik-Maschine unter Vermeidung der bisherigen Nachteile so weiterzuentwickeln, daß auch bei unterschiedlichen Arbeitsstellungen des Werkzeuges eine hohe Stabilität und damit eine hohe Positioniergenauigkeit erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 dadurch gelöst, daß die ersten Gelenke an den Tragarmen in Richtung der Grundplatte und/oder in Richtung des Verbindungsteils unabhängig voneinander verschiebbar angeordnet sind.

Zum einen wird durch die unterschiedliche Stellung dieser Gelenke erreicht, daß die Teleskopstreben im Zusammenspiel miteinander in Abhängigkeit von der jeweiligen Stellung des Werkzeuges so zueinander ausgerichtet werden, daß sie der aufgebrachten Bearbeitungskraft optimal entgegenwirken. Dabei ist die Resultierende eines aus mehreren Kraftkomponenten bestehenden zentralen Kräftesystems gegenüber der aufgebrachten Bearbeitungskraft des Werkzeuges so ausgerichtet, daß die algebraische Summe aller Komponenten und Momente gegen Null tendiert. Sind die Teleskopstreben relativ steil gestellt, dann wird eine hohe Steifigkeit in senkrechter Richtung erzielt. Werden nun die Gelenke nach unten, d. h. in Richtung Grundplatte verschoben, so wird die Steifigkeit in waagerechter Richtung verbessert, während sie in senkrechter Richtung abnimmt. Da die einzelnen Gelenke aber unabhängig voneinander in Richtung der Grundplatte bzw. in Richtung des Verbindungsteils plaziert werden können, kann der jeweiligen Arbeitsstellung des Werkzeuges entsprechend eine optimale Ausrichtung der Teleskopstreben zueinander realisiert werden, so daß immer ein Maximum an Stabilität und damit ein Maximum an Positioniergenauigkeit des Werkzeuges möglich ist. Zum zweiten liegt ein weiterer entscheidender Vorteil darin, daß der Arbeitsraum des Werkzeuges, der sich zwischen Grundplatte und Verbindungsteil befindet und durch die Tragarme begrenzt ist, wesentlich vergrößert wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben. So ist nach Anspruch 2 vorgesehen, daß die Tragarme in ihrem oberen Teil geradlinig oder bogenförmig nach innen geneigt angeordnet sind. Beide Ausführungsvarianten stehen gleichberechtigt nebeneinander.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung gemäß Anspruch 3 ist vorgesehen, daß das obere Ende der Teleskopstrebe von einer durchgehenden Bohrung eines Mittelteils aufgenommen ist, dieses Mittelteil mit zwei gegenüberliegenden Zapfen die einer Wandung eines Hohlkörpers schwenkbar aufgenommen ist, der Hohlkörper zwei um 90° versetzt zu den ersten Zapfen verlaufende Zapfen aufweist, die schwenkbar von je einer Seitenführung aufgenommen sind, wobei diese Seitenführungen auf zwei voneinander beabstandeten Schenkeln der Tragarme in Richtung der Grundplatte und/oder in Richtung des Verbindungsteils unabhängig voneinander verschiebbar angeordnet sind. Diese kreuzgelenkartige Lagerung der Teleskopstreben ist im vorliegenden Fall als Gleitlagerung ausgebildet, wobei auch eine wälzgelagerte Verschiebung der Teleskopstreben in den Bereich der Erfindung fällt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 4 soll das zweite Gelenk als ein Kugelgelenk ausgebildet sein, wobei die Gelenkkugel mit dem unteren Ende der Teleskopstrebe und die zugehörige Kugelkalotte mit der Werkzeugaufnahme verbunden ist. Ebenso wie die ersten Gelenke an den oberen Enden der Teleskopstrebe sorgen auch die zweiten Gelenke dafür, daß die Werkzeugaufnahme im Arbeitsraum in jede Richtung bewegbar ist.

Nach einem anderen zusätzlichen Merkmal geht aus Anspruch 5 hervor, daß im Verbindungsteil über ein drittes Gelenk ein mit einer Abflachung versehenes Zentralrohr aufgenommen ist, das mit der Werkzeugaufnahme verbunden ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß ein Verdrehen der Werkzeugaufnahme in Umfangsrichtung, die sich ungenau auf die Positioniergenauigkeit des Werkzeuges auswirkt, verhindert ist.

Schließlich ist in Anspruch 6 die kreuzgelenkartige Ausbildung dieses dritten Gelenkes beschrieben, wobei in einer ersten durchgehenden Ausnehmung des Verbindungsteils mit einer durchgehenden zweiten Ausnehmung versehener

Hohlkörper über zwei Zapfen schwenkbar aufgenommen ist, in der Ausnehmung des Hohlkörpers ein mit einer dritten durchgehenden Ausnehmung versehenen Mittelteil mit zwei um 90° versetzt zu dem ersten Zapfen verlaufenden zweiten Zapfen schwenkbar aufgenommen ist und das Zentralrohr schließlich verschiebbar von der dritten Ausnehmung aufgenommen ist.

Die Erfindung wird an nachstehend aufgeführten Ausführungsbeispielen näher erläutert

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig. 1 und 4 eine perspektivische Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen Parallel-Kinematik-Maschine,

Fig. 2 und 5 eine vergrößerte perspektivische Darstellung eines ersten Gelenkes und

Fig. 3 eine vergrößerte perspektivische Darstellung eines dritten Gelenkes.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Die in Fig. 1 dargestellte und mit 1 bezeichnete Parallel-Kinematik-Maschine besteht aus einer kreisförmigen Grundplatte 2, auf der drei gleichmäßig voneinander beabstandete Tragarme 3 angeordnet sind, die in ihrem oberen Teil gegenüber einer im Zentrum der Grundplatte 2 gedachten Mittelsenkrechten geneigt nach innen verlaufen. Dies oberen Enden der Tragarme 3 sind durch ein kreisförmiges Verbindungsstück 4 miteinander verbunden, so daß eine aus Tragarmen 3 und Verbindungsstück 4 bestehende Tragekonstruktion gebildet ist. Das Verbindungsstück 4 verläuft parallel zur Grundplatte 2. Die Tragarme 3 setzen sich in ihrem geneigten Teil aus zwei voneinander beabstandeten Schenkeln 15 und 16 zusammen, so daß zwischen diesen ein Freiraum 17 gebildet ist. Die Teleskopstrebe 5, d. h. ihr äußeres Rohr 7 ist am oberen Ende von einem ersten Gelenk 8 aufgenommen, während das untere Ende der Teleskopstrebe 5, d. h. ihr inneres Rohr 6 über ein zweites Gelenk 9 mit einer Werkzeugaufnahme 10 verbunden ist, mit der wiederum ein Werkzeug 11 in Wirkverbindung steht. Durch ein voneinander unabhängiges Verschieben der einzelnen Gelenke 8 zueinander entweder nach innen in Richtung des Verbindungsstücks 4 oder nach außen in Richtung Peripherie der Grundplatte 2 und durch eine unterschiedliche Stellung der beiden Rohre 6 und 7 der Teleskopstreben 5 zueinander, läßt sich ein auf dem Tisch 12 aufgespanntes Werkstück mit Hilfe des Werkzeuges 11 von verschiedenen Seiten bearbeiten. Wie die Fig. 1 weiter zeigt, bilden die drei Teleskopstreben 5 eine biegesteife Dreiecksstruktur, die einem auf den Kopf gestellten Stativ einer Kamera ähnelt.

Werden nun beispielsweise die drei Teleskopstreben 5 relativ steil gestellt, d. h. die ersten Gelenke 8 sind in unmittelbarer Nähe des Verbindungsstückes 4 positioniert, so wird eine hervorragende Steifigkeit in senkrechter Richtung realisiert. Werden hingegen die ersten Gelenke 8 radial nach außen, d. h. in Richtung Peripherie der Grundplatte 2 bewegt, so wird die Steifigkeit in waagerechter Richtung verbessert. Durch eine unterschiedliche Stellung der einzelnen Gelenke 8 zueinander lassen sich die Steifigkeitsverhältnisse der Konstruktion optimal entsprechend der vorgegebenen Bearbeitungsrichtung des Werkzeuges 11 in eleganter Weise einstellen. Um ein Verdrehen der Werkzeugaufnahme 10 und damit auch des Werkzeuges 11 in Umfangsrichtung zu verhindern, ist die Werkzeugaufnahme 10 starr mit einem Zentralrohr 13 verbunden, das an seinem oberen Ende im Verbindungsstück 4 über ein drittes Gelenk 14 gehalten ist.

Das in den Fig. 2 und 5 in vergrößerter Darstellung ge-

zeigte erste Gelenk 8 besteht aus einem Mittelteil 18, das eine nicht näher bezeichnete durchgehende Bohrung zur Aufnahme der Teleskopstreben 5 aufweist und über zwei einander gegenüberliegende Zapfen 19 von einer Wandung eines prismatischen Hohlkörpers 20 schwenkbar aufgenommen ist. Der Hohlkörper 20 ist ebenfalls mit einer durchgehenden Ausnehmung 21 zur Aufnahme des Mittelteils 18 ausgestattet. Der Hohlkörper 20 weist ebenfalls zwei einander gegenüberliegende Zapfen 22 auf, die jedoch zum ersten Zapfenpaar 19 um 90° versetzt angeordnet sind. Mit diesen Zapfen 22 ist der Hohlkörper 20 in nicht bezeichneten Aufnahmebohrungen von zwei gegenüberliegenden Seitenführungen 23 schwenkbar aufgenommen, so daß die Teleskopstrebe 5 in zwei Richtungen beidseitig verschwenkbar ist. Die Seitenführungen 23 gleiten auf den durch den Freiraum 17 voneinander beabstandeten Schenkeln 15 und 16 in Pfeilrichtung nach oben oder nach unten.

In Fig. 3 ist das dritte Gelenk 14 gezeigt, das in einer Ausnehmung 24 des Verbindungsstücks 4 untergebracht ist. Es besteht aus einem mit einer Ausnehmung 25 versehenen rotationssymmetrischen Hohlkörper 26, der über zwei nicht sichtbare gegenüberliegende Zapfen in der Ausnehmung 24 schwenkbar aufgenommen ist. In der Ausnehmung 25 des Hohlkörpers 26 ist wiederum ein Mittelteil 27 aufgenommen, das zwei gegenüberliegende Zapfen 28 aufweist, die zum ersten nicht sichtbaren Zapfenpaar um 90° versetzt angeordnet sind. Mit diesen Zapfen 28 ist das Mittelteil 27 im Hohlkörper 26 schwenkbar aufgenommen. Das Mittelteil 27 weist ebenfalls eine nicht bezeichnete durchgehende Ausnehmung auf, die das Zentralrohr 13 mit seiner Abflachung 29 aufnimmt. Das Zentralrohr 13 ist im Mittelteil 27 verschiebbar untergebracht, so daß es der Werkzeugaufnahme 10 an verschiedenen Stellen im Arbeitsraum folgen kann.

Die in Fig. 4 gezeigte und mit 30 bezeichnete Parallel-Kinematik-Maschine unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten lediglich dadurch, daß die Tragarme 3 in ihrem oberen Teil bogenförmig nach innen geneigt angeordnet sind.

#### Bezugszeichen

- 1 Parallel-Kinematik-Maschine
- 2 Grundplatte
- 3 Tragarm
- 4 Verbindungsstück
- 5 Teleskopstrebe
- 6 Rohr
- 7 Rohr
- 8 erstes Gelenk
- 9 zweites Gelenk
- 10 Werkzeugaufnahme
- 11 Werkzeug
- 12 Tisch
- 13 Zentralrohr
- 14 drittes Gelenk
- 15 Schenkel
- 16 Schenkel
- 17 Freiraum
- 18 Mittelteil
- 19 Zapfen
- 20 Hohlkörper
- 21 Ausnehmung
- 22 Zapfen
- 23 Seitenführung
- 24 Ausnehmung
- 25 Ausnehmung
- 26 Hohlkörper
- 27 Mittelteil
- 28 Zapfen

## Patentansprüche

5

1. Parallel-Kinematik-Maschine (1, 30) mit einer Grundplatte (2) und mehreren mit dieser verbundenen Tragarmen (3), die wenigstens in ihrem oberen Teil zu einer gedachten Mittelsenkrechten nach innen geneigt angeordnet sind und an ihren oberen Enden durch ein Verbindungsteil (4) miteinander verbunden sind, so daß eine aus Tragarmen (3) und Verbindungsteil (4) zusammengesetzte Tragekonstruktion gebildet ist, in der über erste Gelenke (8) obere Enden von Teleskopstreben (5) aufgenommen sind, deren untere Enden über zweite Gelenke (9) mit einer Werkzeugaufnahme (10) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Gelenke (8) an den Tragarmen (3) in Richtung der Grundplatte (2) und/oder in Richtung des Verbindungsteils (4) unabhängig voneinander verschiebbar angeordnet sind. 10

2. Parallel-Kinematik-Maschine (1, 30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragarme (3) in ihrem oberen Teil geradlinig oder bogenförmig nach innen geneigt angeordnet sind. 15

3. Parallel-Kinematik-Maschine (1, 30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende der Teleskopstrebe (5) von einer durchgehenden Bohrung eines Mittelteils (18) aufgenommen ist, dieses Mittelteil (18) mit zwei gegenüberliegenden Zapfen (19) in einer Wandung eines Hohlkörpers (20) schwenkbar aufgenommen ist, der Hohlkörper (20) zwei um 90° versetzt zu den ersten Zapfen (19) verlaufende Zapfen (22) aufweist, die schwenkbar von je einer Seitenführung (23) aufgenommen sind, wobei diese Seitenführungen (23) auf zwei voneinander beabstandeten Schenkeln (15, 16) der Tragarme (3) in Richtung der Grundplatte (2) und/oder in Richtung des Verbindungsteils (4) unabhängig voneinander verschiebbar angeordnet sind. 20

4. Parallel-Kinematik-Maschine (1, 30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Gelenk (9) als ein Kugelgelenk ausgebildet ist, wobei die Gelenkkugel mit dem unteren Ende der Teleskopstrebe (5) und die zugehörige Kugelkalotte mit der Werkzeugaufnahme (10) verbunden ist. 25

5. Parallel-Kinematik-Maschine (1, 30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Verbindungsteil (4) über ein drittes Gelenk (14) ein mit einer Abflachung (29) versehenes Zentralrohr (13) verschiebbar aufgenommen ist, das mit der Werkzeugaufnahme (10) verbunden ist. 30

6. Parallel-Kinematik-Maschine (1, 30) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einer ersten durchgehenden Ausnehmung (24) des Verbindungsteils (4) ein mit einer durchgehenden zweiten Ausnehmung (25) versehener Hohlkörper (26) über zwei Zapfen schwenkbar aufgenommen ist, in der Ausnehmung (25) des Hohlkörpers (26) ein mit einer dritten durchgehenden Ausnehmung versehenes Mittelteil (27) mit zwei um 90° versetzt zu den ersten Zapfen verlaufenden zweiten Zapfen (28) schwenkbar aufgenommen ist und das Zentralrohr (13) verschiebbar von der dritten Ausnehmung aufgenommen ist. 35

65

Fig. 1

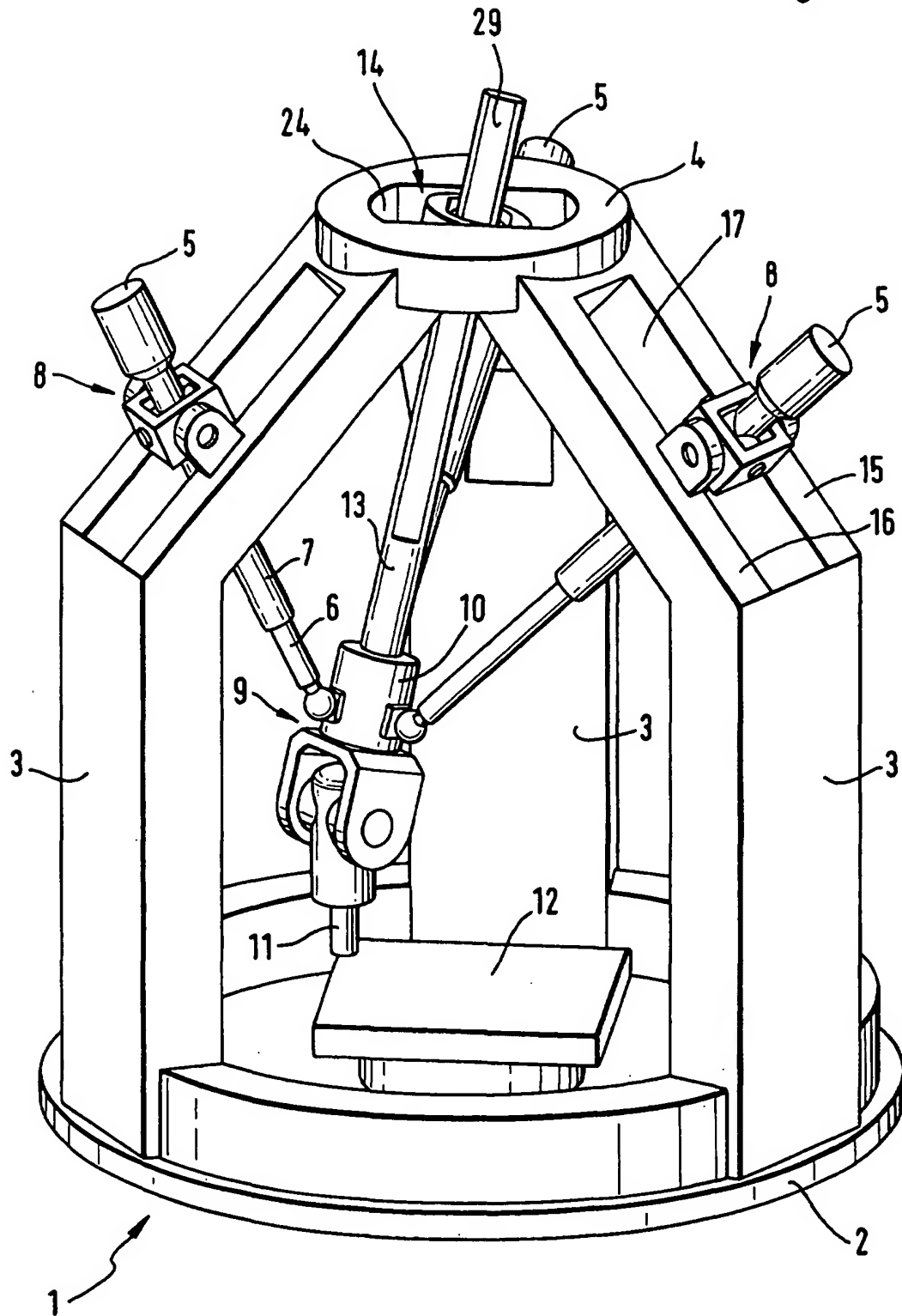


Fig. 2

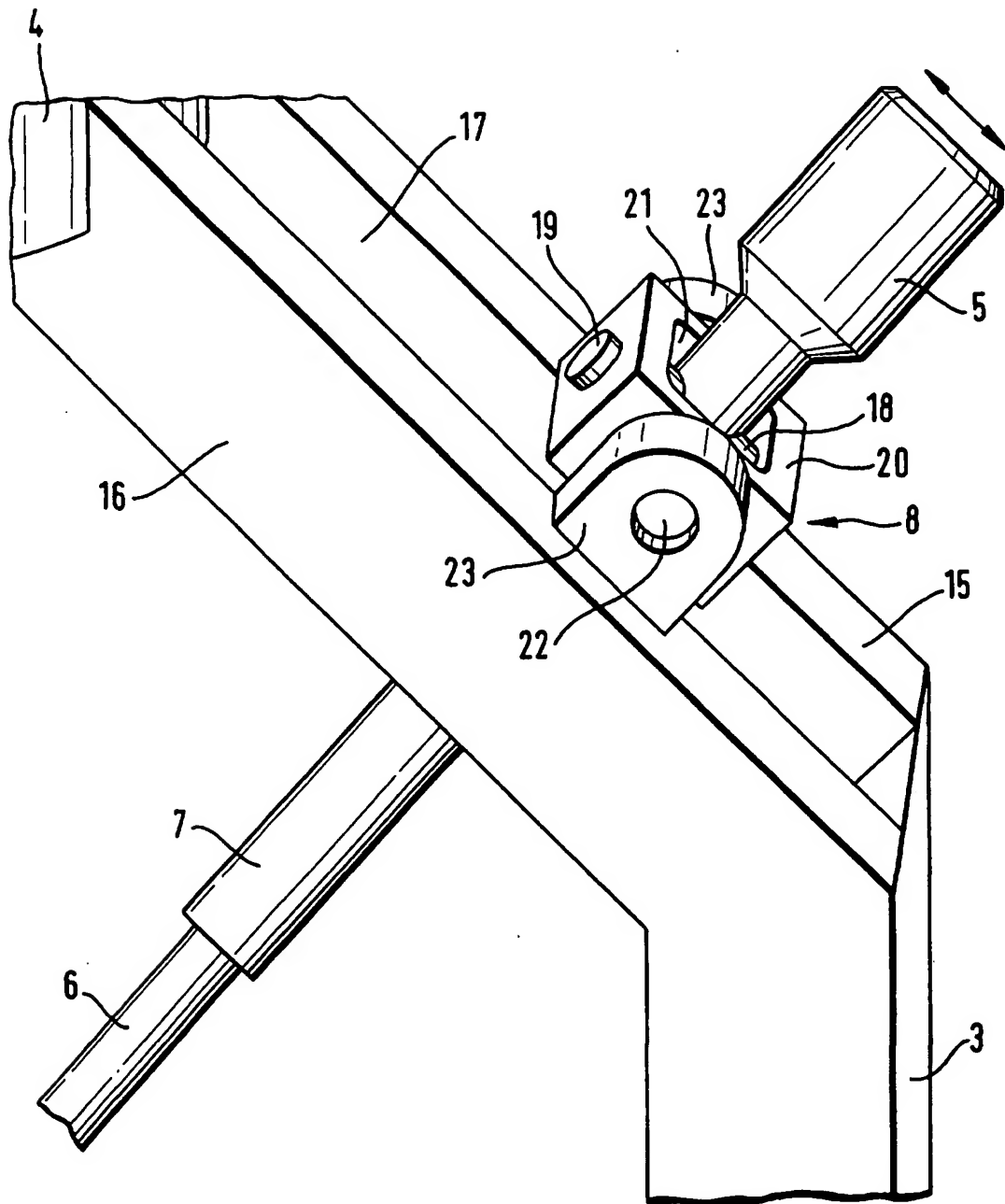


Fig. 3

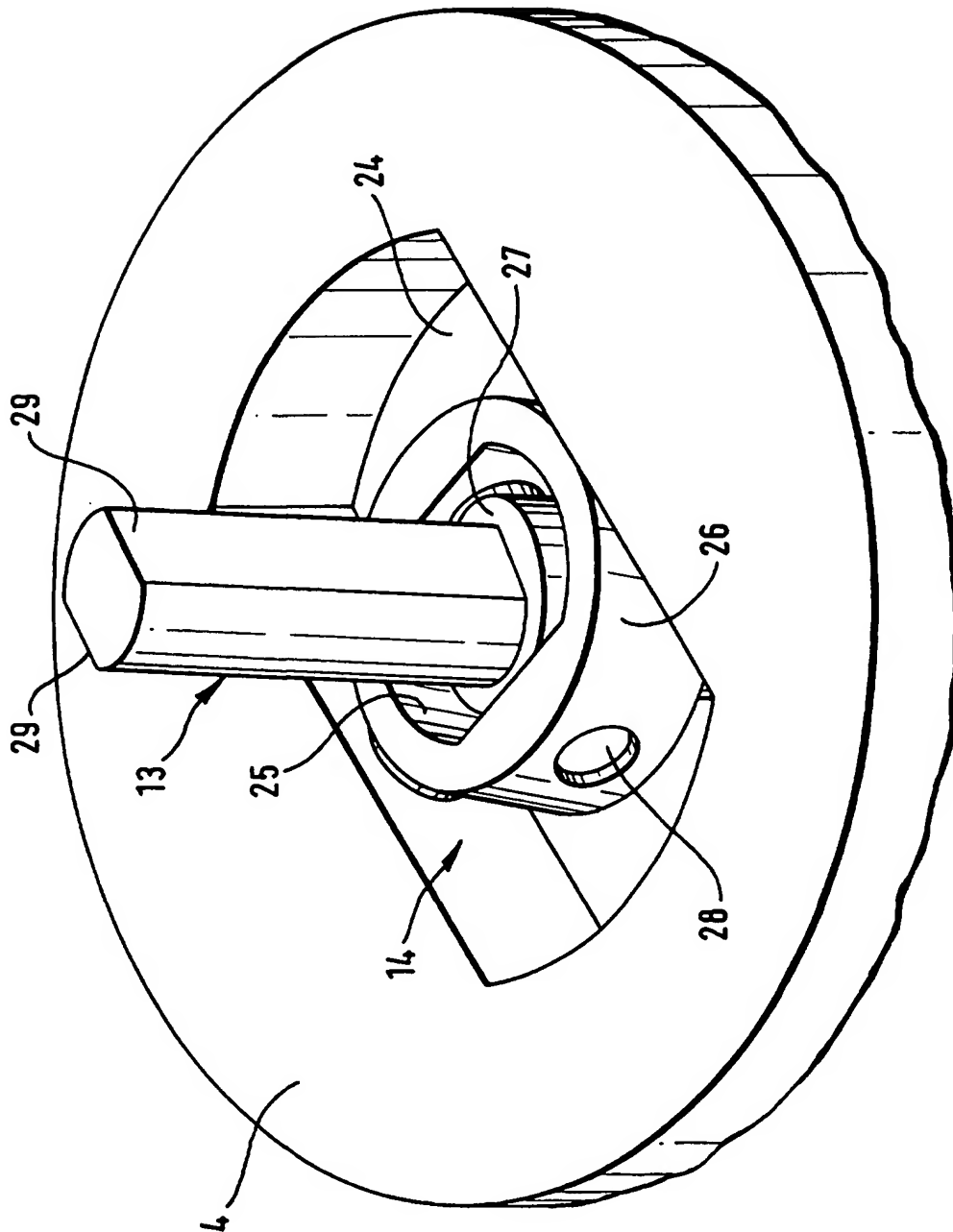




Fig. 4

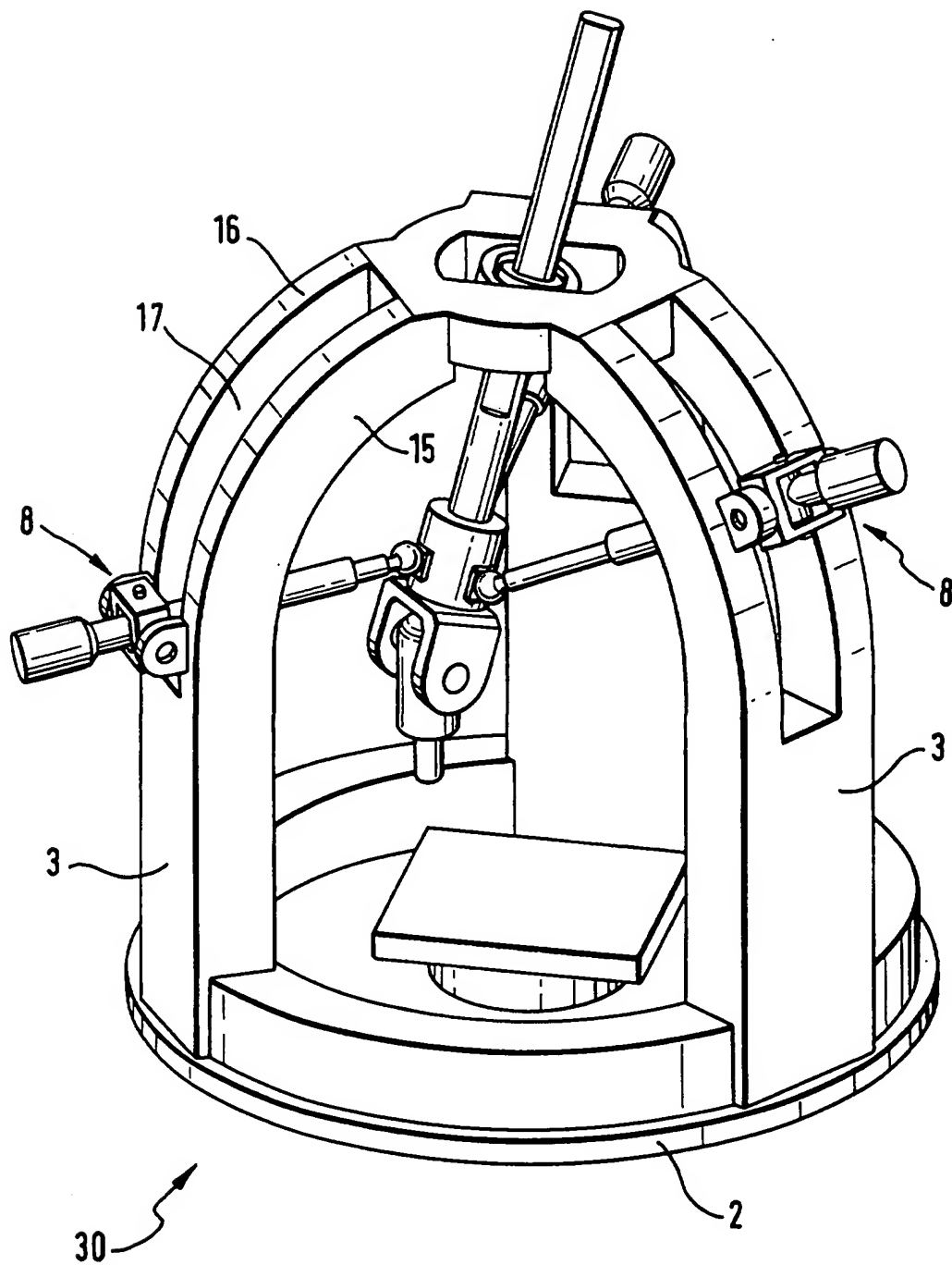
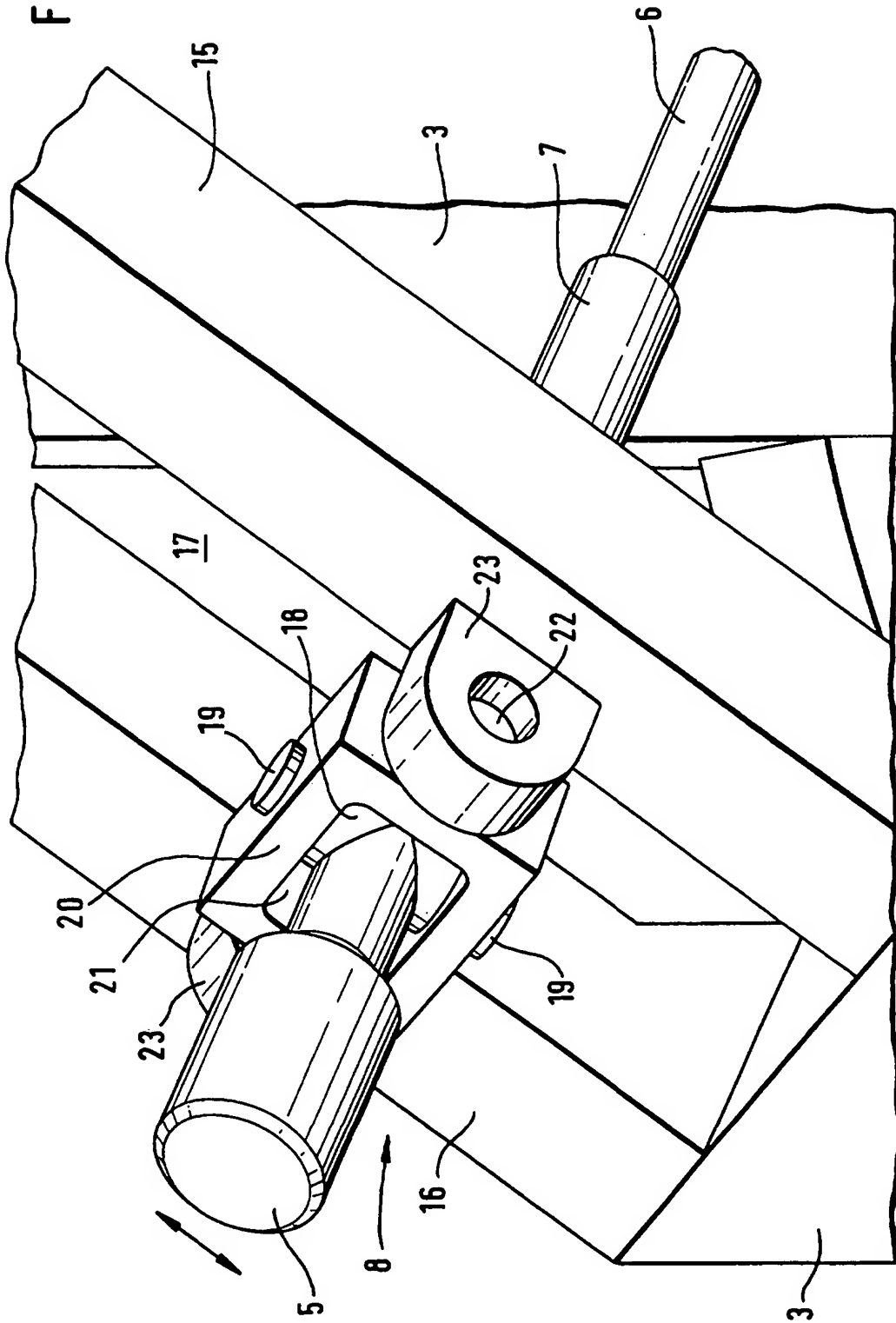


Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**